

УДК 621.78.001

Шматов А. А, Виноградов И. А.

**ПРИРОДНЫЕ НАНОУГЛЕРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ  
НА ОСНОВЕ САЖИ**

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В последнее время большое внимание уделяется развитию технологий с использованием природных углеродных наноматериалов на основе сажи, каменного и древесного угля, графита и др. В настоящей работе изучены методы получения наноразмерной сажи, ее структура, свойства и области применения.

Порошкообразная сажа получается при неполном сгорании или термическом разложении органических веществ. В ее состав входит углерод (до 99,0 мас.%), а также водород, кислород, сера, минеральные вещества. Кристаллическая решетка сажи более деформирована, чем решетка графита. Установлено, что сажа может состоять из нано- и микроразмерных частиц, образующих разветвленные цепочки. Наноразмерные частицы сажи имеют сферическую форму размером  $20 \pm 5$  нм с шероховатой поверхностью. Нанофракция графитовой сажи имеет повышенную кислотность на уровне  $\text{pH} = 5-6$  и в ней отсутствует углерод, химически связанный с кислородом. В результате исследования наноразмерной мазутной сажи методом масс-спектрометрии (MALDI), установлен широкий ряд соединений с формулой  $\text{C}_n + \text{C}_2\text{m}$ , где  $n > 50$ ,  $m = 1 \dots 300$ .

Наиболее эффективный способ получения графитовой наносажи, основан на термическом разложении графита (угля) до газообразного состояния и быстром охлаждении (конденсации). Испарение углеродсодержащих веществ осуществляют с помощью резистивного нагрева и ускорителей элементарных частиц, нагрева ТВЧ и на гелиоустановках. Используя плазму, можно получать шихту из наносажи, а химическая обработка позволяет выделить из нее углеродные нанотрубки и фуллерены. Одним из методов синтеза наноразмерной сажи является метод электрогидравлического воздействия путем комплексного воздействия на бензол сильного механического сжатия, мощного ультразвука, жесткого рентгеновского, ультрафиолетового и инфракрасного излучений. Метод плазмохимического синтеза фуллереновой сажи основан на разложении мазута под воз-

действием импульсного тлеющего разряда. При этом углеродная сажа образуется в виде нитей в слое мазута, а также на стенках разрядной камеры.

Наноразмерная сажа имеет большое промышленное значение:

1) в производстве полиэтилена (при введении в него 2–4 % наносажи сопротивление растрескиванию повышается более 20 раз)

2) в производстве резин (наносажа, введенная в резину, улучшает прочность на разрыв, относительное удлинение при предельной нагрузке и др.);

3) в производстве лаков, красок (их насыщенность и чернота увеличиваются с уменьшением размера частиц сажи);

4) в электротехнике для экранов электромагнитного излучения (ведение наносажи в полимерные матрицы приводит к увеличению поглощающей способности экранов);

5) в производстве смазок (введение в смазку наносажи снижает коэффициент трения изделий) и т. д. Графитированная наносажа применяется в физико-химических исследованиях поверхностных явлений, адсорбции, хроматографии, электрохимии.

УДК 621.78.001

Шматов А. А, Серко А. В.

## **СИНТЕЗИРОВАННЫЕ НАНОАЛМАЗЫ**

*Белорусский национальный технический университет,  
г. Минск, Республика Беларусь*

В настоящее время большое внимание уделяется разработке экологических технологий с использованием наноалмазов. Наноалмазы относятся к классу наноматериалов. Благодаря высоким показателям твердости, прочности, теплопроводности, химической инертности, адсорбционной активности и низким триботехническим свойствам, наноалмазы нашли широкое применение в качестве сорбентов, катализаторов, наполнителей в топливных элементах, твердых антифрикционных смазок, а также в виде наполнителей в полимерных композициях (углепластиках), керамических и резиновых изделиях. Отмечено, что с уменьшением размера до 2–4 нм зерна синтетических алмазов, их химическая стойкость к воздействию минеральных кислот и жидких окислителей снижается.